

А. М. Москаленко, Н. В. Попова

Національний фармацевтичний університет, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ОРГАНІЧНИХ КИСЛОТ СИРОВИНИ БЕЗСМЕРТНИКА ПРИКВІТКОВОГО (*HELICHRYSUM BRACTEATUM*)

Актуальність. Сучасні темпи розвитку вітчизняної фармацевтичної промисловості, вихід на нові ринки та розширення номенклатури продукції, яка випускається, – все це вимагає збільшення асортименту та кількості лікарської рослинної сировини для отримання нових ефективних лікарських препаратів. Лікарські препарати, які виготовлені на базі лікарських рослин, чинять різноманітну фармакологічну дію та застосовуються в різних галузях медицини. При цьому збільшення асортименту лікарських рослин, перш за все, можливе за рахунок всебічного фармакогностичного дослідження лікарських рослин, які широко використовуються в народній і нетрадиційній медицині, та рослин, які систематично близькі до фармакопейних рослин. Органічні кислоти поряд з білками та вуглеводами є одними з найпоширеніших сполук у рослинах, а в деяких видах рослин сумарний вміст органічних кислот перевищує вміст білків і вуглеводів. Органічні кислоти беруть участь у багатьох важливих процесах: в утворенні алкалоїдів, в біосинтезі жирів, пектину, лігніну, хлорофілу, ароматичних амінокислот, зокрема фенілаланіну, тирозину і триптофану. Важливу роль органічні кислоти відіграють у процесі дихання рослин. Крім цього, ряд органічних кислот є біологічно активними речовинами, які мають виражену фармакологічну активність, тому перспективним є пошук рослин, які в своєму складі мають високий вміст органічних кислот і крім цього дуже розповсюджені.

Метою дослідження є вивчення складу органічних кислот у сировині безсмертника приквіткового (*Helichrysum bracteatum*) за допомогою ВЕРХ.

Матеріали та методи. Для дослідження використовували подрібнену сировину безсмертника приквіткового. Визначення органічних кислот здійснювали методом ВЕРХ, аналіз проводили на рідинному хроматографі Agilent Technologies 1200. В якості рухомої фази використовували ацетонітрил і 0,1 % розчину H_3PO_4 в воді (1 : 99).

Результати та їх обговорення. В результаті аналізу в досліджуваній сировині визначено 6 органічних кислот: винну, піровиноградну, ізо-лимонну, лимонну, янтарну та яблучну кислоти. При цьому у великій кількості в квітках знаходиться ізо-лимонна кислота 22979,68 мкг/г (60,87 %), янтарна кислота 7847,18 мкг/г (20,79 %) і лимонна кислота 2643,01 мкг/г (7,00 %), у траві домінуючими органічними кислотами є ізо-лимонна кислота 67613,38 мкг/г (59,65 %), яблучна кислота 24917,49 мкг/г (21,98 %) та янтарна кислота 11515,72 мкг/г (10,16 %). Решта органічних кислот представлена в значно менших кількостях, сумарна частка яких становить у квітках – 11,35 %, у траві – 8,2%.

Висновки. Вперше було проведено дослідження якісного складу та визначення частки кожної кислоти в загальній сумі ідентифікованих органічних кислот трави і квіток безсмертника приквіткового за допомогою методу ВЕРХ. Отримані дані в результаті цього дослідження свідчать про перспективність подальшого фітохімічного дослідження безсмертника приквіткового і розробки на його основі нових лікарських препаратів і дієтичних добавок.

Ключові слова: безсмертник приквітковий; органічні кислоти; ВЕРХ

A. Moskalenko, N. Popova

National University of Pharmacy, Ukraine

Research of the organic acids in *Helichrysum bracteatum* raw materials

Topically. The current growth rate of the domestic pharmaceutical industry, access to new markets and the expansion of the product range require the quality and quantity increase of medicinal plant materials to produce new effective drugs. Medicines produced on the basis of medicinal plants, have a diverse pharmacological effect and use in various branches of medicine. At the same time, an increase of medicinal plants range for use in medicine is possible due to a comprehensive pharmacognostic study of medicinal plants widely used in traditional and alternative medicine and plants systematically close to pharmacopoeial plants. Organic acids along with proteins and carbohydrates are among the most common compounds in plants. In addition, in some plant species, the total content of organic acids exceeds the content of proteins and carbohydrates. Organic acids are involved in many important processes: the formation of alkaloids, in fats biosynthesis, pectin, lignin, and chlorophyll, amino acids, in particular phenylalanine, tyrosine and tryptophan. Organic acids play an important role in the process of plant respiration. In addition, a number of organic acids are biologically active substances and have a pronounced pharmacological activity, so the search for plants that have a high content of organic acids and an extensive raw material base is promising.

Aim. To study the composition of organic acids immortelle (*Helichrysum bracteatum*) raw material using HPLC.

Materials and methods. For the study we used the crushed raw material of immortelle. The determination of organic acids was carried out by HPLC, the analysis was through Agilent Technologies 1200 liquid chromatograph. Acetonitrile and a 0.1 % solution of H_3PO_4 in water (1 : 99) were used as the mobile phase.

Results and discussion. As a result of the analysis, 6 organic acids were determined: tartaric, pyruvic, iso-citric, citric, succinic, and malic acids. At the same time, in the flowers: iso-citric acid 22979.68 $\mu\text{g/g}$ (60.87 %), succinic acid 7847.18 $\mu\text{g/g}$ (20.79 %) and citric acid 2643.01 $\mu\text{g/g}$ (7.00 %), in herb: the dominant organic acids are iso-citric acid 67613.38 $\mu\text{g/g}$ (59.65 %), malic acid 24917.49 $\mu\text{g/g}$ (21.98 %) and succinic acid 11515.72 $\mu\text{g/g}$ (10.16 %). The remaining organic acids are represented in much smaller quantities, their share in flowers is 11.35 %, in herb is 8.2 %.

Conclusions. For the first time, a study was conducted on the qualitative composition and content of organic acids of immortelle herb and flowers by HPLC method. The data obtained in the result of this study indicated the prospects for further phytochemical examination of immortelle and the development of new drugs and dietary supplements based on it.

Key words: *immortelle; organic acids; HPLC*

А. Н. Москаленко, Н. В. Попова

Национальный фармацевтический университет, Украина

Исследование органических кислот в сырье бессмертника прицветникового (*Helichrysum bracteatum*)

Актуальность. Современные темпы развития отечественной фармацевтической промышленности, выход на новые рынки и расширение номенклатуры выпускаемой продукции требуют увеличения ассортимента и количества лекарственного растительного сырья для производства новых эффективных лекарственных препаратов. Лекарственные препараты, изготовленные из лекарственных растений, имеют разнообразное фармакологическое действие и используются в различных отраслях медицины. При этом увеличение ассортимента лекарственных растений, прежде всего, возможно за счет всестороннего фармакогностического исследования лекарственных растений, широко используемых в народной и нетрадиционной медицине, и растений, систематически близких к фармакопейным растениям. Органические кислоты наряду с белками и углеводами являются одними из самых распространенных соединений в растениях, а в некоторых видах растений суммарное содержание органических кислот превосходит содержание белков и углеводов. Органические кислоты участвуют во многих важных процессах: образовании алкалоидов, в биосинтезе жиров, пектина, лигнина, хлорофилла, ароматических аминокислот, в частности фенилаланина, тирозина и триптофана. Важную роль органические кислоты играют в процессе дыхания растений. Кроме этого некоторые органические кислоты являются биологически активными веществами и обладают выраженной фармакологической активностью, поэтому перспективным является поиск растений, которые имеют высокое содержание органических кислот и большую сырьевую базу.

Целью исследования является изучение состава органических кислот в сырье бессмертника прицветникового (*Helichrysum bracteatum*) с помощью ВЭЖХ.

Материалы и методы. Для исследования использовали измельченное сырье бессмертника прицветникового. Определение органических кислот осуществляли методом ВЭЖХ, анализ проводили на жидком хроматографе Agilent Technologies 1200. В качестве подвижной фазы использовали ацетонитрил и 0,1 % раствор H_3PO_4 в воде (1 : 99).

Результаты и их обсуждение. В результате анализа в исследуемом сырье определено 6 органических кислот: винную, пировиноградную, изо-лимонную, лимонную, янтарную и яблочную кислоты. При этом в большом количестве в цветах находится изо-лимонная кислота 22979,68 мкг/г (60,87 %), янтарная кислота 7847,18 мкг/г (20,79 %) и лимонная кислота 2643,01 мкг/г (7,00 %), в траве доминирующими органическими кислотами являются изо-лимонная кислота 67613,38 мкг/г (59,65 %), яблочная кислота 24917,49 мкг/г (21,98 %) и янтарная кислота 11515,72 мкг/г (10,16 %). Остальные органические кислоты представлены в значительно меньших количествах, суммарная доля их составляет в цветах – 11,35 %, в траве – 8,2 %.

Выводы. Впервые было проведено исследование качественного состава и доли каждой кислоты к общей сумме идентифицированных органических кислот травы и цветков бессмертника прицветникового с помощью метода ВЭЖХ. Полученные данные в результате этого исследования свидетельствуют о перспективности дальнейшего фитохимического исследования бессмертника прицветникового и разработке на его основе новых лекарственных препаратов и диетических добавок.

Ключевые слова: *бессмертник прицветниковый; органические кислоты; ВЭЖХ*

ВСТУП

Органічні кислоти поряд з білками та вуглеводами є одними з найпоширеніших сполук у рослинах. А в деяких видах рослин сумарний вміст органічних кислот перевищує вміст білків і вуглеводів. Органічні кислоти в рослинах можуть бути як у вільному стані, так і у вигляді солей, при цьому їх вміст у різних частинах рослини неоднаковий. Найменше органічних кислот міститься в насінні, більше за все в листі, плодах і ягодах. Як правило, в листі органічні кислоти знаходяться у вигляді нейтральних солей, а в плодах і ягодах у вільному стані і у вигляді кислих солей [1].

З огляду на факт такої широкої представленості можна припустити, яке істотне значення має цей

клас кислот для життєдіяльності рослин. Органічні кислоти беруть участь у багатьох важливих процесах: в утворенні алкалоїдів, в біосинтезі жирів, пектину, лігніну, хлорофілу, ароматичних амінокислот, зокрема фенілаланіну, тирозину і триптофану. Важливу роль органічні кислоти відіграють у процесі дихання рослин. Крім цього деякі органічні кислоти є біологічно активними речовинами і мають виражену фармакологічну активність, при цьому вони можуть мати значення як самостійні біологічно активні речовини для створення лікарських засобів.

В організмі людини органічні кислоти беруть активну участь у життєдіяльності ряду органів та систем. Особливу роль органічні кислоти відіграють у

функціонуванні насамперед органів шлунково-кишкового тракту, при цьому забезпечуючи роботу слинних залоз, утворення жовчі, ферментів підшлункової залози та моторику кишечника. Також ряд органічних кислот чинить бактерицидну дію [2].

Вивчення якісного складу органічних кислот і їх вмісту є важливою частиною комплексного фармакогностичного вивчення будь-якої рослини. Найчастіше вивчення складу органічних кислот рослин дозволяє попередньо оцінювати наявність певних класів інших біологічно активних речовин і прогнозувати фармакологічну активність. З урахуванням зростаючої потреби вітчизняної фармацевтичної промисловості особливий інтерес становлять рослини, які мають велику сировинну базу. Дослідження таких рослин є перспективним і має потенційну комерційну вигоду. Однією з таких перспективних рослин є Безсмертник приквітковий (*Helichrysum bracteatum*). Це багаторічна трав'яниста рослина, яка відноситься до сімейства Айстрові, (*Asteraceae*)), роду Цмин (*Helichrysum*). Природним ареалом розповсюдження цієї рослини є Австралія, маючи поширення практично по всій території континентальної частини материка. Завдяки властивості зберігати колір суцвіть при висушуванні рослина широко використовується для створення квіткових композицій у флористиці. Крім цього, рослина використовується для озеленення території та створення елементів ландшафтного дизайну. Безсмертник приквітковий широко культивується в більшості країн Європейського Союзу, а також в Україні. При культивуванні, як правило, безсмертник вирощується як однорічна рослина. Безсмертник приквітковий є об'єктом селекції, при цьому основною метою є створення нових сортів з різноманітним фарбуванням приквітників і стійкістю до захворювань. Найбільш поширеними сортами є: Файербаль, Віолет, Уайт, Єллоу, Дабл Мікст, Анвінс Саммер Спектрум. В Україні створені сорти Сомбреро, Сафарі і Мореско [3].

Попередніми фітохімічними дослідженнями встановлено, що сировина безсмертника приквіткового має різноманітний склад біологічно активних речовин. Були виявлені флавоноїди, флавонолікозиди, гідроксикоричні кислоти. Ідентифіковано 15 фенольних похідних, включаючи кофейну та хлорогенову кислоти, похідні лутеоліну, включаючи О- і С-глікозиди, а також аурони і їх глікозиди [4]. Крім цього, був вивчений мінеральний склад. Трава і квітки містять 5 макроелементів і 10 мікроелементів, серед яких: натрій, кальцій, калій, магній, фосфор, залізо [5]. Безсмертник приквітковий також має різноманітний амінокислотний склад. Були виділені 16 амінокислот, серед яких 7 незамінних (треонін, валін, метіонін, лейцин, ізолейцин, фенілаланін, лізин) і 9 замінних (аспарагінова кислота, аланін, гліцин, глутамінова кислота, пролін, серин, аргінін, гістидин, тирозин) [6]. У результаті проведених досліджень на визначення жирних кислот у безсмертнику приквітковому були виявлені

ненасичені жирні кислоти: ліолева і α -ліноленова кислоти. Серед насичених жирних кислот були виявлені пальмітинова, стеаринова, арахідова, бегенова, лігноцеринова, лауроолеїнова, церотинова, капронова і лауринова кислоти [7]. Також дослідження водного екстракту трави безсмертника приквіткового показали виражену антиоксидантну активність, яку визначали методом хемілюмінесценції [8].

За результатами попередніх фітохімічних досліджень, а також з огляду на велику сировинну базу та простоту вирощування безсмертника приквіткового є перспективною рослиною для повного фітохімічного вивчення і створення нових лікарських засобів та дієтичних добавок на його основі.

Метою дослідження є вивчення якісного складу та вмісту органічних кислот за допомогою методу ВЕРХ в траві і квітках безсмертника приквіткового (*Helichrysum bracteatum*).

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

В якості об'єкту дослідження використовували квітки і траву безсмертника приквіткового, які були заготовлені в період цвітіння на фармакопейній ділянці ботанічного саду НФаУ (2018 р.). Після збору сировину сушили, приводили в стандартний стан відповідно до загальних вимог GACP [9]. Наважка сировини кожної проби 0,6-1,0 г екстрагувалася в 10 мл 0,1 % розчину H_3PO_4 на ультразвуковій бані при 80 °C впродовж 4 годин у скляних герметичних віалах із тефлоновою кришкою. Отриманий екстракт центрифугували при 3 тис. об/хв та фільтрували крізь одноразові мембранні фільтри з порами 0,22 мкм.

Рідинну хроматографію проведено на рідинному хроматографі Agilent Technologies 1200. В якості рухомої фази використовували ацетонітрил (А) та 0,1 % розчин H_3PO_4 в воді (В) (1 : 99). Елюювання проводили в ізокротичному режимі. Розділення проводили на хроматографічній колонці Zorbax SB-Aq ($4,6 \pm 150$ мм, 3,5 мкм) (Agilent Technologies, USA), швидкість потоку через колонку – 0,5 мл/хв, температура термостата – 30 °C, об'єм інжекції – 3 мкл. Детекцію проводили з використанням діодно-матричного детектора з реєстрацією сигналу при 210 нм та фіксацією спектрів поглинання в діапазоні 210-700 нм [10].

Ідентифікацію та кількісний аналіз проводили з використанням стандартних розчинів дикарбонових сполук (винної, піровиниграндної, ізо-лимонної, лимонної, янтарної, яблучної кислот).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Зразки ВЕРХ-хроматограм, отримані в результаті проведення аналізу визначення вмісту органічних кислот у траві і квітках безсмертника приквіткового, представлені на рис. 1, 2.

ВЕРХ-хроматограми, отримані в умовах визначення органічних кислот у траві і квітках безсмертника приквіткового, свідчать про ідентифікацію 6 орга-

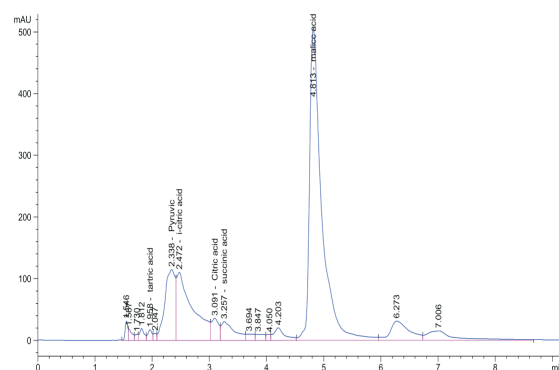


Рис. 1. ВЕРХ-хроматограма, отримана в умовах визначення органічних кислот у траві безсмертника приквіткового

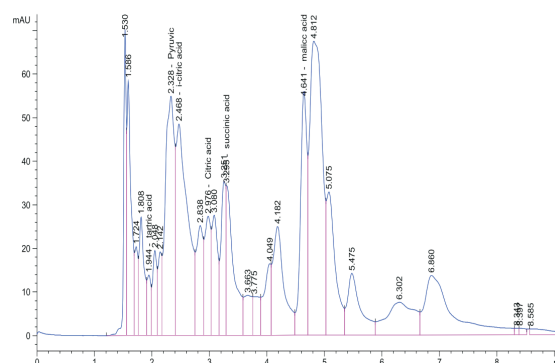


Рис. 2. ВЕРХ-хроматограма, отримана в умовах визначення органічних кислот у квітках безсмертника приквіткового

Таблиця 1

ЗВЕДЕНІ РЕЗУЛЬТАТИ ВЕРХ-АНАЛІЗУ ОРГАНІЧНИХ КИСЛОТ У КВІТКАХ І ТРАВІ БЕЗСМЕРТНИКА ПРИКВІТКОВОГО (*HELICHRYSUM BRACTEATUM*)

| Назва | Час, утримання, хв | | Площа піку, mV × c | | Вміст (мкг/г) | |
|------------------------|--------------------|--------|--------------------|---------|---------------|----------|
| | трава | квітки | трава | квітки | трава | квітки |
| Винна кислота | 1,958 | 1,944 | 88,331 | 65,100 | 1079,89 | 845,29 |
| Піровиноградна кислота | 2,338 | 2,328 | 1449,333 | 601,630 | 4252,95 | 1886,22 |
| Ізо-лимонна кислота | 2,472 | 2,468 | 2137,979 | 681,082 | 67613,38 | 22979,68 |
| Лимонна кислота | 3,091 | 2,976 | 316,840 | 197,623 | 3962,86 | 2643,01 |
| Янтарна кислота | 3,257 | 3,295 | 486,245 | 311,464 | 11515,72 | 7847,18 |
| Яблучна кислота | 4,813 | 4,641 | 7455,575 | 437,162 | 24917,49 | 1552,53 |
| Разом | | | | | 113342,29 | 37753,91 |

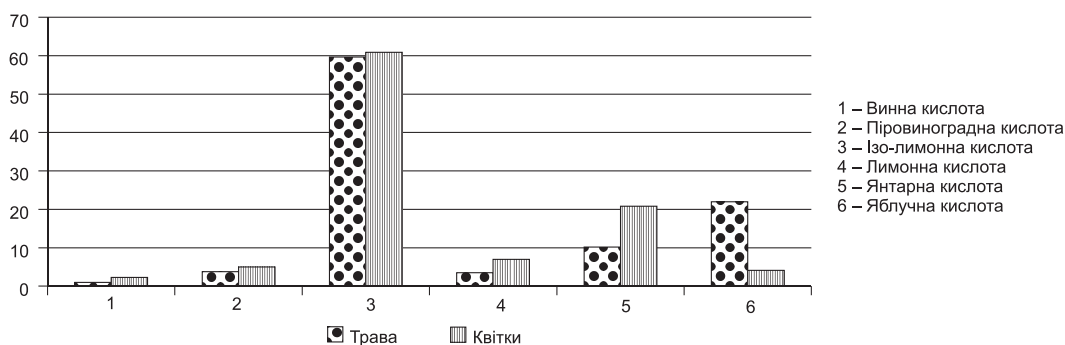


Рис. 3. Порівняння частки в загальній сумі ідентифікованих органічних кислот у квітках і траві безсмертника приквіткового (*Helichrysum bracteatum*), %

Таблиця 2

ЧАСТКИ ВМІСТУ ІДЕНТИФІКОВАНИХ ОРГАНІЧНИХ КИСЛОТ У КВІТКАХ І ТРАВІ БЕЗСМЕРТНИКА ПРИКВІТКОВОГО (*HELICHRYSUM BRACTEATUM*)

| Назва | Частки, в загальній сумі органічних кислот, % | |
|------------------------|---|--------|
| | трава | квітки |
| Винна кислота | 0,95 | 2,24 |
| Піровиноградна кислота | 3,75 | 5,00 |
| Ізо-лимонна кислота | 59,65 | 60,87 |
| Лимонна кислота | 3,50 | 7,00 |
| Янтарна кислота | 10,16 | 20,79 |
| Яблучна кислота | 21,98 | 4,11 |
| Разом | 100 | 100 |

нічних кислот. При цьому були виявлені винна, піровиноградна, ізо-лимонна, лимонна, янтарна і яблучна кислоти. Зведені результати ВЕРХ-аналізу представлені в табл. 1.

Також визначена частка кожної з ідентифікованих органічних кислот в їх загальній кількості, дані за цим розрахунком представлені в табл. 2. Порівняння часток органічних кислот у квітках та траві представлено на рис. 3.

ВИСНОВКИ

1. Вперше було проведено дослідження якісного складу і відносного вмісту органічних кислот у траві і в квітках безсмертника приквіткового за допомогою методу ВЕРХ.
2. В результаті проведеного аналізу в досліджуваній сировині визначено 6 органічних кислот: вин-

- ну, пірвиноградну, ізо-лимонну, лимонну, янтарну і яблучну кислоти.
- При цьому у великій кількості в квітках знаходиться ізо-лимонна кислота 22979,68 мкг/г (60,87 %), янтарна кислота 7847,18 мкг/г (20,79 %) та лимонна кислота 2643,01 мкг/г (7,00 %). У траві домінуючими органічними кислотами є ізо-лимонна кислота 67613,38 мкг/г (59,65 %), яблучна кислота 24917,49 мкг/г (21,98 %) і янтарна кислота 11515,72 мкг/г (10,16 %). Решта органічних кислот представлена в значно менших кількостях,
 - на їх частку припадає: в квітках – 4284,04 мкг/г (11,35 %), в траві – 9295,70 мкг/г (8,2 %).
 - Отримані дані в результаті дослідження складу органічних кислот, а також результати досліджень інших сполук інших класів, які були проведені раніше, свідчать про необхідність подальшого фармакогностичного аналізу сировини безсмертника приквіткового і про перспективність цієї рослини в якості об'єкта для розробки нових лікарських препаратів і дієтичних добавок.

Конфлікт інтересів: відсутній.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

- Солдатенков, С. В. Биохимия органических кислот растений / С. В. Солдатенков. – Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1971. – 143 с.
- Исследование содержания шикимовой кислоты в некоторых растениях Алтайского края / Д. В. Бочков [и др.] // Химия растительного сырья. – 2011. – № 1. – С. 119–122.
- Gardner, C. A. Wildflowers of Western Australia (17th ed.) / C. A. Gardner. – Perth, Western Australia : St. GeorgBooks, 1990. – 144 p.
- Москаленко, А. Н. Исследования фенольных соединений травы бессмертника прицветникового / А. Н. Москаленко, Н. В. Попова, В. И. Литвиненко // Фенольные соединения: свойства, активность, инновации : сборник научных статей по материалам X Международного симпозиума «Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты» (Москва, 14–19 мая 2018 г.) / отв. ред. Н. В. Загоскина. – М. : ИФР РАН, 2018. – С. 335–339.
- Москаленко, А. М. Дослідження мінерального складу сировини безсмертника приквіткового (*Helichrysum bracteatum*) / А. М. Москаленко, Н. В. Попова // Укр. біофармац. журн. – 2018. – № 1 (54). – С. 72–76. <https://doi.org/10.24959/ubphj.18.160>
- Москаленко, А. Н. Изучение аминокислотного состава сырья бессмертника прицветникового (*Helichrysum bracteatum*) / А. Н. Москаленко, Н. В. Попова, Е. В. Гладух // East Eur. Sci. J. – 2018. – Vol. 5 (33). – Р. 49–55.
- Москаленко, А. М. Дослідження складу жирних кислот безсмертника приквіткового (*Helichrysum bracteatum*) / А. М. Москаленко, Н. В. Попова // Укр. біофармац. журн. – 2018. – № 4 (57). – С. 64–68. <https://doi.org/10.24959/ubphj.18.187>
- Фенольні сполуки та антиоксидантна активність безсмертника приквіткового (*Helichrysum bracteatum*) / А. М. Москаленко, Н. В. Попова, Н. Блажеєвський, Н. Бондаренко // Укр. біофармац. журн. – 2019. – № 2 (59). – С. 76–80. <https://doi.org/10.24959/ubphj.19.213>
- WHO guidelines on good agricultural and collection practices (GACP) for medicinal plants // World Health Organization Geneva, 2003. – 72 p.
- Violeta, N. HPLC organic acid analysis in different citrus juices under reversed phase conditions / N. Violeta, I. Trandafir, M. E. Ionica // Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. – 2010. – T. 38, № 1. – P. 44–48.

REFERENCES

- Soldatenkov, S. V. (1971). *Biokhimiia organicheskikh kislot rastenii*. Izdatelstvo Leningradskogo universiteta, 143.
- Bochkov, D. V., Sysoliatin, S. V., Kalashnikov, A. I., & Surmacheva, I. A. (2011). *Khimiia rastitelnogo syria*, (1), 119–122.
- Gardner, C. A. (Ed.). (1990). *Wildflowers of Western Australia* (17th ed.). Perth, Western Australia: St. GeorgBooks, 144.
- Moskalenko, A. N., Popova, N. V., Litvinenko, V. I. (2018). *Fenolnye soedineniia: svoistva, aktivnost, innovatsii: sbornik nauchnykh statei po materialam X Mezhdunarodnogo simpoziuma "Fenolnye soedineniia: fundamentalnye i prikladnye aspekty"*, (14–19. 05. 2018). Moscow : IFR RAN, 335–339.
- Moskalenko, A., & Popova, N. (2018). Research of mineral composition of *Helichrysum bracteatum* herbal drugs. *Ukrains'kij biofarmaceutičnij žurnal*, 1 (54), 72–76. <https://doi.org/10.24959/ubphj.18.160>
- Moskalenko, A. N., Popova, N. V., Gladuh, E. V. (2018). *East European Scientific Journal*, 5 (33), 49–55.
- Moskalenko, A., & Popova, N. (2018). Study of immortelle (*Helichrysum bracteatum*) fatty acids. *Ukrains'kij biofarmaceutičnij žurnal*, 4 (57), 64–68. <https://doi.org/10.24959/ubphj.18.187>
- Moskalenko, A., Popova, N., Blazheevsky, N., & Bondarenko, N. (2019). Research of phenolic compounds and antioxidant activity of the Immortelle (*Helichrysum bracteatum*). *Ukrains'kij biofarmaceutičnij žurnal*, 2 (59), 76–80. <https://doi.org/10.24959/ubphj.19.213>
- WHO guidelines on good agricultural and collection practices (GACP) for medicinal plants. (2003). World Health Organization Geneva, 72.
- Violeta, N., Trandafir, I., Ionica, M. E. (2010). HPLC organic acid analysis in different citrus juices under reversed phase conditions. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38 (1), 44–48.

Відомості про авторів:

Москаленко А. М., аспірант кафедри хімії природних сполук і нутриціології, Національний фармацевтичний університет.

E-mail: anmosk2002@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3110-6831>

Попова Н. В., д-р фармац. наук, професор кафедри хімії природних сполук і нутриціології, Національний фармацевтичний університет.

E-mail: bromatology@nuph.edu.ua, nutriciologia@rambler.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2010-8310>

Information about the authors:

Moskalenko A. M., PhD-student of the Department of Chemistry of Natural Compounds and Nutritiology, National University of Pharmacy.

E-mail: anmosk2002@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3110-6831>

Popova N. V., Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor of Department of Chemistry of Natural Compounds and Nutritiology,

National University of Pharmacy. E-mail: bromatology@nuph.edu.ua, nutriciologia@rambler.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2010-8310>

Сведения об авторах:

Москаленко А. Н., аспирант кафедры химии природных соединений и нутрициологии, Национальный фармацевтический университет.

E-mail: anmosk2002@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3110-6831>

Попова Н. В., д-р фармац. наук, профессор кафедры химии природных соединений и нутрициологии, Национальный фармацевтический университет.

E-mail: bromatology@nuph.edu.ua, nutriciologia@rambler.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2010-8310>

Надійшла до редакції 19.09.2019 р.